



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公告本

(11) 證書號數：TW I691783 B

(45) 公告日：中華民國 109 (2020) 年 04 月 21 日

(21) 申請案號：107106075

(22) 申請日：中華民國 107 (2018) 年 02 月 23 日

(51) Int. Cl. : G03F1/32 (2012.01)

G03F7/20 (2006.01)

H01L21/027 (2006.01)

G02F1/13 (2006.01)

(30) 優先權：2017/03/24 日本

2017-059685

(71) 申請人：日商 HOYA 股份有限公司 (日本) HOYA CORPORATION (JP)

日本

(72) 發明人：今敷修久 IMASHIKI, NOBUHISA (JP)

(74) 代理人：陳長文

(56) 參考文獻：

TW 201627751A

TW 201708931A

WO 2016/152212A1

審查人員：蕭盛澤

申請專利範圍項數：6 項 圖式數：11 共 35 頁

(54) 名稱

顯示裝置製造用光罩、及顯示裝置之製造方法

(57) 摘要

本發明提供一種在顯示裝置之製造所應用之曝光條件下能夠兼顧優異之解析度與生產效率之光罩。

光罩所具備之轉印用圖案係用於在被轉印體上形成孔之孔圖案，具有：露出透明基板之直徑為 $W1(\mu\text{m})$ 之透光部、包圍透光部之寬度為 $R(\mu\text{m})$ 之遮光邊緣部、及包圍遮光邊緣部之相移(phase shift) 部。相移部與透光部之相對於曝光之光之代表波長之光之相位差為大致 180 度。在透過位於透光部之一側之相移部之曝光之光在被轉印體上形成之光強度分佈中，當自相移部與遮光邊緣部之邊界位置朝向遮光邊緣部側，將距第 1 谷之極小值點 B1 之距離設為 $d1(\mu\text{m})$ ，將距第 2 谷之極小值點 B2 之距離設為 $d2(\mu\text{m})$ 時，滿足 $(d1-0.5 \times W1) \leq R \leq (d2-0.5 \times W1)$ 之條件。

To provide a photomask which is capable of achieving both excellent resolution and production efficiency under exposure conditions applied to manufacture of a display device.

A photomask has a transfer pattern which is a hole pattern for forming a hole on a transfer object. The transfer pattern has a light-transmitting portion having a diameter $W1 (\mu\text{m})$ where a transparent substrate is exposed, a light-shielding rim portion having a width $R (\mu\text{m})$ surrounding the light-transmitting portion, and a phase shift portion surrounding the light-shielding rim portion. A phase difference between the phase shift portion and the light-transmitting portion is approximately 180 degrees with respect to light having a representative wavelength of exposure light. In light intensity distribution formed on the transfer object by the exposure light transmitting the phase shift portion located at one side of the light-transmitting portion, the photomask satisfies a condition $(d1 - 0.5 \times W1) \leq R \leq (d2 - 0.5 \times W1)$ where $d1 (\mu\text{m})$ represents a distance from a boundary position between the phase shift portion and the light-shielding rim portion towards

the light-shielding rim portion to a minimum point B1 of a first valley and d2 (μm) represents a distance from the boundary position to a minimum point B2 of a second valley.

指定代表圖：

符號簡單說明：

10:透明基板

11:透光部

12:遮光邊緣部

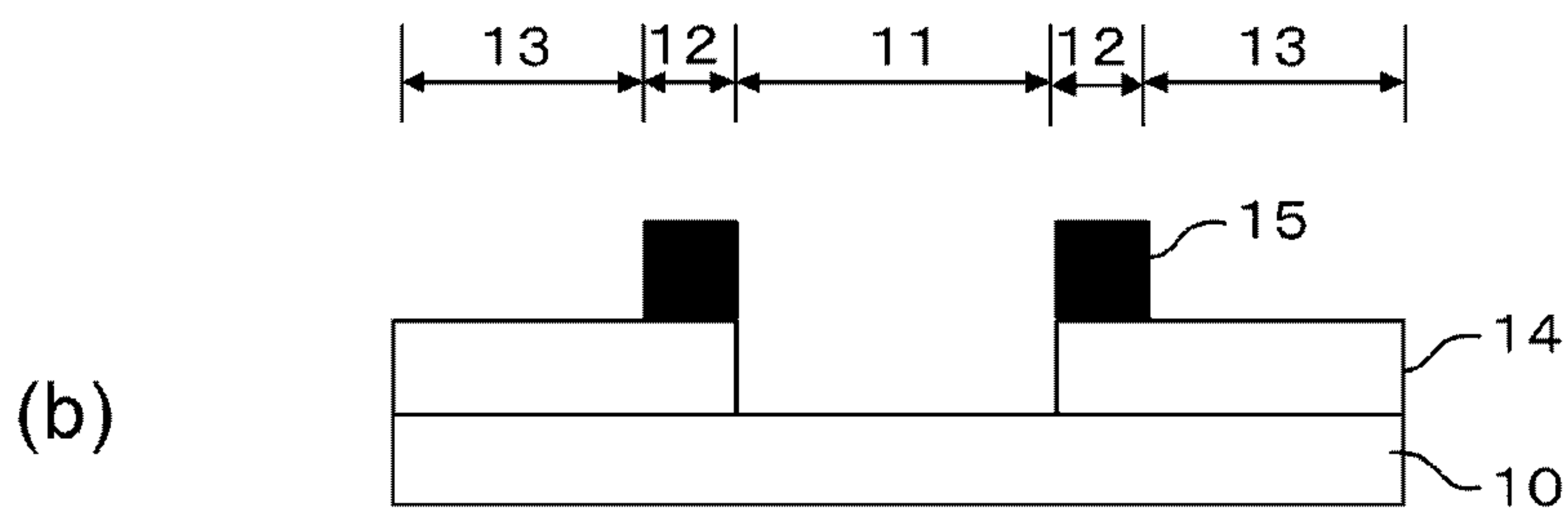
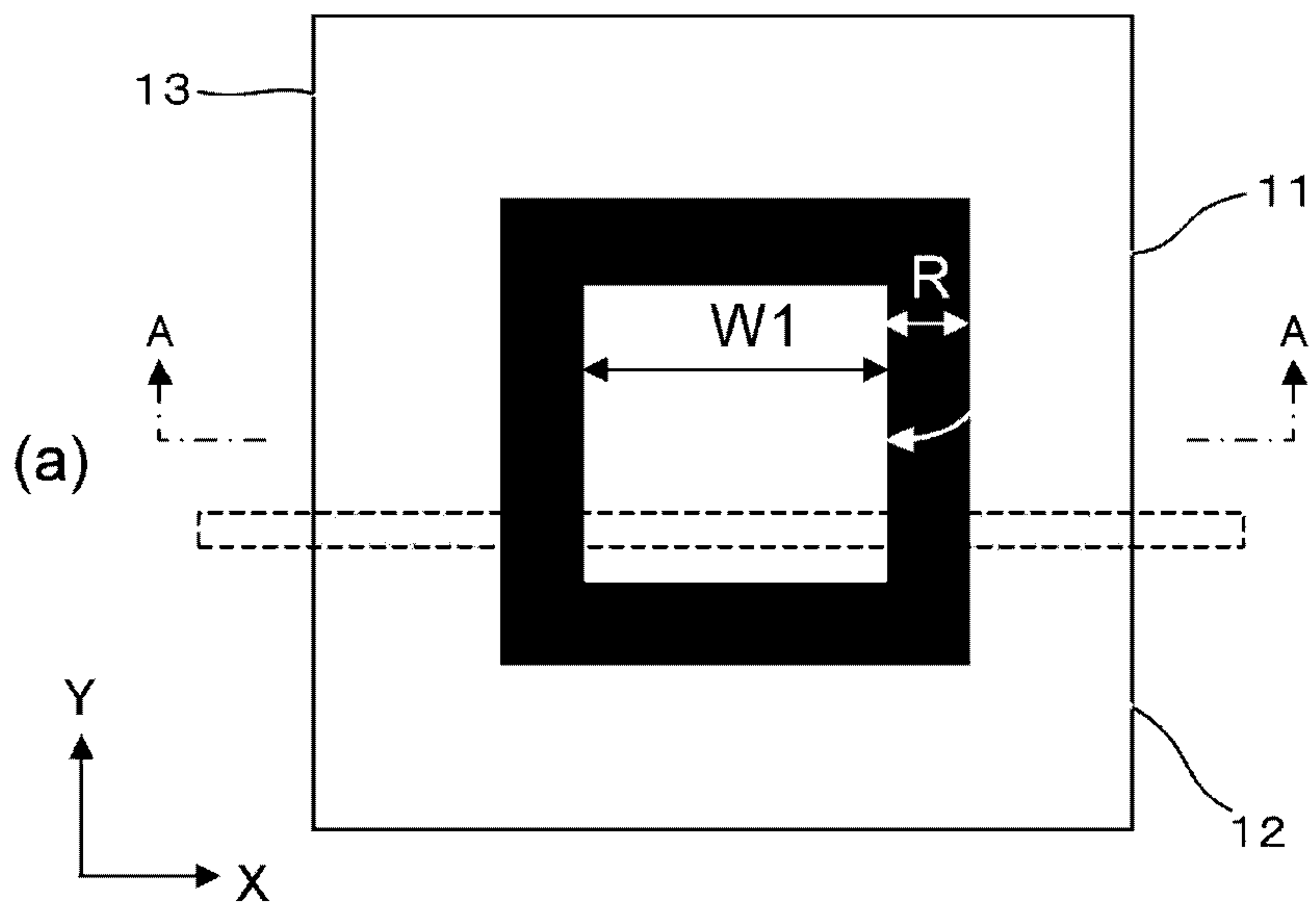
13:相移部

14:相移膜

15:遮光膜

R:寬度/邊緣寬度

W1:直徑



【圖3】



I691783

【發明摘要】

【中文發明名稱】

顯示裝置製造用光罩、及顯示裝置之製造方法

【英文發明名稱】

PHOTOMASK FOR USE IN MANUFACTURING A DISPLAY DEVICE AND METHOD OF MANUFACTURING A DISPLAY DEVICE

【中文】

本發明提供一種在顯示裝置之製造所應用之曝光條件下能夠兼顧優異之解析度與生產效率之光罩。

光罩所具備之轉印用圖案係用於在被轉印體上形成孔之孔圖案，具有：露出透明基板之直徑為 $W1(\mu\text{m})$ 之透光部、包圍透光部之寬度為 $R(\mu\text{m})$ 之遮光邊緣部、及包圍遮光邊緣部之相移(phase shift)部。相移部與透光部之相對於曝光之光之代表波長之光之相位差為大致 180 度。在透過位於透光部之一側之相移部之曝光之光在被轉印體上形成之光強度分佈中，當自相移部與遮光邊緣部之邊界位置朝向遮光邊緣部側，將距第1谷之極小值點 $B1$ 之距離設為 $d1(\mu\text{m})$ ，將距第2谷之極小值點 $B2$ 之距離設為 $d2(\mu\text{m})$ 時，滿足 $(d1-0.5\times W1)\leq R\leq (d2-0.5\times W1)$ 之條件。

【英文】

To provide a photomask which is capable of achieving both excellent resolution and production efficiency under exposure conditions applied to manufacture of a display device.

A photomask has a transfer pattern which is a hole pattern for forming a hole on a transfer object. The transfer pattern has a light-

transmitting portion having a diameter $W1$ (μm) where a transparent substrate is exposed, a light-shielding rim portion having a width R (μm) surrounding the light-transmitting portion, and a phase shift portion surrounding the light-shielding rim portion. A phase difference between the phase shift portion and the light-transmitting portion is approximately 180 degrees with respect to light having a representative wavelength of exposure light. In light intensity distribution formed on the transfer object by the exposure light transmitting the phase shift portion located at one side of the light-transmitting portion, the photomask satisfies a condition $(d1 - 0.5 \times W1) \leq R \leq (d2 - 0.5 \times W1)$ where $d1$ (μm) represents a distance from a boundary position between the phase shift portion and the light-shielding rim portion towards the light-shielding rim portion to a minimum point $B1$ of a first valley and $d2$ (μm) represents a distance from the boundary position to a minimum point $B2$ of a second valley.

【指定代表圖】

圖3

【代表圖之符號簡單說明】

- | | |
|----|-------|
| 10 | 透明基板 |
| 11 | 透光部 |
| 12 | 遮光邊緣部 |
| 13 | 相移部 |
| 14 | 相移膜 |

- 15 遮光膜
- R 寬度/邊緣寬度
- W1 直徑

【發明說明書】

【中文發明名稱】

顯示裝置製造用光罩、及顯示裝置之製造方法

【英文發明名稱】

PHOTOMASK FOR USE IN MANUFACTURING A DISPLAY DEVICE AND METHOD OF MANUFACTURING A DISPLAY DEVICE

【技術領域】

本發明係關於一種用於製造電子裝置之光罩，尤其是在平板顯示器(FPD)製造用方面適宜之光罩、及使用其之顯示裝置之製造方法。

【先前技術】

作為用於製造半導體裝置之光罩，業界已知悉半色調型相移(phase shift)光罩。圖11係顯示先前型之半色調型相移光罩之構成例者，圖11(a)係平面示意圖，圖11(b)係圖11(a)之B-B位置的剖視示意圖。

在所圖示之半色調型相移光罩中，在透明基板100上形成有相移膜101，且該相移膜101被圖案化而形成有孔圖案。孔圖案包含露出透明基板100之透光部103。孔圖案之周圍包圍相移部104。相移部104包含形成於透明基板100上之相移膜101。

相移部104之曝光之光之透過率設為例如6%左右，相移量設為180度左右。此時，透過透光部103之光與透過相移部104之光彼此成為逆相位。該等逆相位之光在透光部103與相移部104之邊界附近干涉，發揮提高解析性能之效果。已知悉，如上述之半色調型相移光罩與所謂之二元遮罩比較，不僅在解析性能在焦點深度(DOF)上亦發揮改善效果。

[先前技術文獻]

[非專利文獻]

[非專利文獻1]田邊功、法元盛久、竹花洋一、「入門光罩技術」、株式會社工業調查會、2006年12月15日、p.245

【發明內容】

[發明所欲解決之問題]

在包含液晶顯示裝置(Liquid crystal display，液晶顯示器)或有機EL(Organic Electro Luminescence，有機電致發光)顯示裝置等之顯示裝置中，除了期望更明亮且省電力外，還期望高精細、高速顯示、及廣視野角之顯示性能之提高。

例如，就用於上述顯示裝置之薄膜電晶體(Thin Film Transistor、「TFT」)而言，若構成TFT之複數個圖案中之形成於層間絕緣膜之接觸孔確實不具有連接上層之圖案與下層之圖案之作用則不保證正確之動作。另一方面，例如為了極力增大液晶顯示裝置之開口率，成為明亮且省電力之顯示裝置，而追求接觸孔之直徑充分小等的伴隨著顯示裝置之高密度化之要求而期待孔圖案之直徑亦微細化(例如未達3 μm)。例如，考量直徑為0.8 μm 以上2.5 μm 以下，進而直徑必須為2.0 μm 以下之孔圖案，具體而言，甚至期待具有0.8~1.8 μm 之直徑之圖案之形成。

另一方面，與顯示裝置相比，在整合度高且圖案之微細化顯著進步之半導體裝置(LSI)製造用之光罩之領域中，有為了獲得高解析度而將高數值孔徑NA(例如超過0.2)之光學系統應用於曝光裝置，促進曝光之光之短波長化之情況。其結果為，在該領域中多採用KrF或ArF之準分子雷射(分別為248 nm、193 nm之單一波長)。

另一方面，在顯示裝置製造用之微影術領域中，為了提高解析度，

一般不應用如上述之方法。例如在該領域中使用之曝光裝置所具有之光學系統之NA(數值孔徑)為0.08~0.12左右，即便展望未來仍有應用0.08~0.20左右之環境。又，作為曝光之光源多採用i-line、h-line、或g-line光源，藉由使用主要包含其等之寬波長光源獲得用於照射大面積之光量而重視生產效率與成本之傾向為強。

又，在顯示裝置之製造中亦然，如上述般圖案之微細化要求變高。此處，針對將半導體裝置製造用之技術原樣應用於顯示裝置之製造有若干個問題。例如，為了轉換為具有高NA(數值孔徑)之高解析度之曝光裝置必須進行大的投資，而無法獲得與顯示裝置之價格之一致性。且，針對曝光波長之變更(使用如ArF準分子雷射之短波長)在仍須進行相當之投資之點上為不利。即，追求先前沒有之圖案之微細化且另一方面不能有損既存之優點之成本與效率此點成為顯示裝置製造用之光罩之問題點。

根據本發明人之研究明確得知，當將上述圖11所示之半色調型相移光罩用作顯示裝置製造用之光罩時，有後述之問題，而有進一步改善之餘地。

針對對於光罩所期望之性能有以下(1)~(3)之要素。

(1)焦點深度(DOF)

在當曝光時產生散焦之情形下，理想為，用於相對於目標CD使CD之變動在特定範圍內(例如±10%以內)的焦點深度(DOF)之數值為高。若DOF之數值為高，則不易受被轉印體之平坦度之影響，而穩定地進行圖案轉印。此處，所謂CD係Critical Dimension之縮略，意味著圖案寬度。顯示裝置製造用之光罩與半導體裝置製造用之光罩比較尺寸為大，且被轉印體(顯示器基板等)亦為大尺寸，由於任一者均難以使平坦性完美，故經提高

DOF之數值之光罩之意義重大。

(2)遮罩誤差增大係數(MEEF：Mask Error Enhancement Factor)

其係表示光罩上之CD誤差與形成於被轉印體上之圖案之CD誤差之比率之數值。一般而言，圖案越微細化則光罩上之CD誤差越容易在被轉印體上擴大，但藉由極力抑制其而降低MEEF，而能夠提高形成於被轉印體上之圖案之CD精度。由於顯示裝置之規格進化，要求圖案之微細化，且必須具有接近曝光裝置之解析界限之尺寸之圖案的光罩，故在顯示裝置製造用之光罩中亦然，今後重視MEEF之可能性為高。

(3)Eop

其係為了在被轉印體上形成目標尺寸之圖案而必須之曝光之光量。在顯示裝置之製造中，光罩基板之尺寸為大(例如主表面係一邊300~2000mm之四角形)。因而，若使用Eop之數值高之光罩，則產生降低掃描曝光之速度之需要，而阻礙生產效率。因而，當製造顯示裝置時，理想為使用能夠降低Eop之數值之光罩。

根據本發明人之研究可知，在上述圖11所示之半色調型相移光罩中獲得DOF之改善效果且另一方面期望在Eop與MEEF之點上進一步改善。具體而言，可知，若使用上述半色調型相移光罩，則因光強度之損失而必要光量(Dose)增加，因此Eop大幅度增加，伴隨於此有MEEF亦變大之傾向，而在顯示裝置製造用之光罩上仍存在有問題。

因而，本發明之目的在於提供一種在顯示裝置之製造所應用之曝光條件下能夠兼顧優異之解析度與生產效率的光罩。

[解決問題之技術手段]

(第1態樣)

本發明之第1態樣之光罩之特徵在於其係在透明基板上具備轉印用圖案之顯示裝置製造用之光罩；且

前述轉印用圖案係用於在被轉印體上形成孔之孔圖案，且前述轉印用圖案包含：

露出前述透明基板之直徑為 $W1(\mu\text{m})$ 之透光部；

包圍前述透光部之寬度為 $R(\mu\text{m})$ 之遮光邊緣部；及

包圍前述遮光邊緣部之相移部；且

前述相移部與前述透光部之相對於曝光之光之代表波長之光之相位差為大致180度；

在透過位於前述透光部之一側之前述相移部之曝光之光在被轉印體上形成之光強度分佈中，當自前述相移部與前述遮光邊緣部之邊界位置朝前述遮光邊緣部側，將距第1谷之極小值點B1之距離設為 $d1(\mu\text{m})$ ，將距第2谷之極小值點B2之距離設為 $d2(\mu\text{m})$ 時，

$$(d1-0.5 \times W1) \leq R \leq (d2-0.5 \times W1)。$$

(第2態樣)

本發明之第2態樣之光罩之特徵在於其係在透明基板上具備轉印用圖案之顯示裝置製造用之光罩；且

前述轉印用圖案係用於在被轉印體上形成孔之孔圖案，且前述轉印用圖案包含：

露出前述透明基板之直徑為 $W1(\mu\text{m})$ 之透光部；

包圍前述透光部之寬度為 $R(\mu\text{m})$ 之遮光邊緣部；及

包圍前述遮光邊緣部之相移部；且

前述相移部與前述透光部之相對於曝光之光之代表波長之光之相位

差為大致180度；

在透過位於前述透光部之一側之前述相移部之曝光之光在被轉印體上形成之光強度分佈中，當自前述相移部與前述遮光邊緣部之邊界位置朝前述遮光邊緣部側，將表示第1峰之極大值點P之光強度之1/2之2個點中的位於前述第1峰之靠近前述遮光邊緣部之側之傾斜部之點設為Q1、將位於遠離前述遮光邊緣部之側之傾斜部之點設為Q2，將自前述邊界位置至Q1之距離設為d3，將自前述邊界位置至Q2之距離設為d4時，

$$(d3-0.5 \times W1) \leq R \leq (d4-0.5 \times W1)。$$

(第3態樣)

本發明之第3態樣係如上述第1態樣或第2態樣之光罩，其中

前述轉印用圖案係用於在前述被轉印體上形成直徑為W2(其中W2 ≤ W1)之孔之孔圖案。

(第4態樣)

本發明之第4態樣係如上述第1至第3態樣中任一項之光罩，其中

前述相移部相對於前述代表波長之光具有2~10%之透過率。

(第5態樣)

本發明之第5態樣係如上述第1至第4態樣中任一項之光罩，其用於使用數值孔徑(NA)為0.08以上未達0.20且具有包含i-line、h-line、或g-line之曝光之光源的等倍投影曝光裝置將前述轉印用圖案曝光，而在被轉印體上形成直徑W2為0.8~3.0 (μm)之孔。

(第6態樣)

一種顯示裝置之製造方法，其包含以下步驟：

準備如上述第1至第4態樣中任一項之光罩之步驟；及

使用數值孔徑(NA)為0.08~0.20且具有包含i-line、h-line、或g-line之曝光之光源的等倍投影曝光裝置將前述轉印用圖案曝光，而在被轉印體上形成直徑W2為0.8~3.0 (μm)之孔之步驟。

[發明之效果]

根據本發明可提供一種在顯示裝置之製造所應用之曝光條件下能夠兼顧優異之解析度與生產效率之光罩。

【圖式簡單說明】

圖1(a)係顯示先前型之半色調型相移光罩之剖面之圖；圖1(b)係顯示在圖1(a)中透過透光部之左側之相移部之光之振幅的圖。

圖2(a)、圖2(b)係說明針對用於使在圖1(b)中光之相位轉變為(+)側之峰之部分位於被轉印體上之與透光部對應之位置之方法之研究的圖。

圖3係顯示本發明之實施形態之光罩之構成例者；圖3(a)係平面示意圖；圖3(b)係圖3(a)之A-A位置的剖視示意圖。

圖4(a)係顯示在本發明之實施形態之光罩中將遮光邊緣部之寬度設定為狹窄時之轉印用圖案之一部分的平面圖；圖4(b)係顯示此時透過光罩之左側之相移部之透過光在被轉印體上形成之光強度分佈的圖(其1)。

圖5(a)係在本發明之實施形態之光罩中將遮光邊緣部之寬度設定為寬廣時之轉印用圖案之一部分的平面圖；圖5(b)係顯示此時透過光罩之左側之相移部之透過光在被轉印體上形成之光強度分佈的圖(其1)。

圖6(a)係顯示在本發明之實施形態之光罩中將遮光邊緣部之寬度設定為狹窄時之轉印用圖案之一部分的平面圖；圖6(b)係顯示此時透過光罩之左側之相移部之透過光在被轉印體上形成之光強度分佈的圖(其2)。

圖7(a)係在本發明之實施形態之光罩中將遮光邊緣部之寬度設定為寬

廣時之轉印用圖案之一部分的平面圖；圖7(b)係顯示此時透過光罩之左側之相移部之透過光在被轉印體上形成之光強度分佈的圖(其2)。

圖8係顯示針對MEEF之模擬結果的圖。

圖9係顯示針對Eop之模擬結果的圖。

圖10係將當利用曝光裝置將本實施形態之光罩(邊緣寬度 $R=1.0\ \mu\text{m}$)曝光時形成於被轉印體上之光學像(亦即透過光之光強度分佈)與利用具有相同直徑之孔圖案之二元遮罩(Binary, 二元)形成之光學像、及利用先前型之半色調型相移光罩(Att.PSM)形成之光學像予以比較的圖。

圖11係顯示先前型之半色調型相移光罩之構成例者；圖11(a)係平面示意圖；圖11(b)係圖11(a)之B-B位置的剖視示意圖。

【實施方式】

圖1(a)係顯示先前型之半色調型相移光罩之剖面之圖，圖1(b)係顯示在圖1(a)中透過透光部之一側之相移部之光之振幅的圖。此外，圖1(b)顯示透過位於透光部103之左側之相移部104之光之振幅。顯示透過位於透光部103之右側之相移部104之光形成相對於透光部103之中心與圖1(b)之透過光振幅為左右對稱之透過光振幅，但在此處省略圖示。

此處，當將透過透光部103之光(未圖示)之相位設為(+)相位時，透過相移部104到達被轉印體上之與透光部103之左側邊界至中心附近對應之區域之光成為(-)相位。而且，該光與透過透光部103之(+)相位之光干涉。因而，透過透光部103之光之強度相對減弱。即，因(+)相位之光與(-)相位之光之干涉，而透過透光部103到達被轉印體上之光之強度減小。該現象當透光部103之尺寸微細化時變得顯著。

惟，透過相移部104之光之振幅曲線在自上述邊界位置更靠透光部

103側(圖中右側)處，其相位轉變為(+)側，且形成具有光振幅之極大值點之峰。因而，本發明人研究了與其藉由利用形成該峰之部分之(+)相位之透過光而抑制上述之光強度減小之作用，不如使光強度增大而獲得 E_{op} 與MEEF之改善效果之可能性。

圖2係說明針對用於使在上述圖1(b)中光之相位轉變為(+)側之峰之部分位於被轉印體上之與透光部對應之位置之方法進行之研究的圖。此處，在相移部104之透光部103側之邊緣附近利用遮光膜106形成遮光邊緣部105。若如上述般形成遮光邊緣部105，則由遮光膜106覆蓋之相移膜101之部分不作為相移部104而發揮功能。因而，相移部104之透光部103側之邊緣與未形成遮光邊緣部105之情形相比移位至更左側。其意味著使相移部104之光之振幅曲線移位至左側。

藉此，透過相移部104之光之振幅曲線中之其相位轉變為(+)側之峰之部分移位至左側。因而，能夠使形成該峰之振幅曲線之極大值點附近位於透光部103之寬度尺寸內(較佳者係透光部103之中心位置或其附近)。如此，可更有效地利用曝光之光。本發明係基於如上述之本發明人之見解而完成者。

< 實施形態之光罩之構成 >

圖3係顯示本發明之實施形態之光罩之構成例者，圖3(a)係平面示意圖，圖3(b)係圖3(a)之A-A位置的剖視示意圖。

圖示之光罩係在透明基板10上具備轉印用圖案之顯示裝置製造用之光罩。該轉印用圖案係用於在被轉印體上形成孔之孔圖案，具有：露出透明基板10之直徑為 $W1(\mu\text{m})$ 之透光部11、包圍透光部11之寬度為 $R(\mu\text{m})$ 之遮光邊緣部12、及包圍遮光邊緣部12之相移部13。透明基板10由透明之

玻璃等構成。

在遮光邊緣部12中，在透明基板10(圖3中之相移膜14)上形成有遮光膜15。遮光膜15之光學濃度(OD)較佳的是 $OD \geq 2$ ，更佳的是 $OD \geq 3$ 。遮光邊緣部12可為遮光膜15之單層，亦可為相移膜14與遮光膜15之積層膜。相移膜14與遮光膜15之積層順序(透明基板10之厚度方向之位置關係)無特別限制。遮光膜15之材料可為Cr或其化合物(氧化物、氮化物、碳化物、氮氧化物、或氮氧化碳)，或可為包含Mo、W、Ta、Ti之金屬化合物。作為金屬化合物可為金屬矽化物、或該矽化物之上述化合物。又，遮光膜15之材料可進行濕式蝕刻，且較佳者係相對於相移膜14之材料(後述)具有蝕刻選擇性之材料。又，遮光膜15與相移膜14可為在其表面側、及/或背面側設置有控制光之反射之反射控制層者。

相移部13係在透明基板10上形成相移膜14者。相移膜14可為Cr或其化合物(氧化物、氮化物、碳化物、氮氧化物、或氮氧化碳)，或可為包含Mo、W、Ta、Ti之金屬化合物。作為金屬化合物可為金屬之矽化物、或該矽化物之上述化合物。作為相移膜14之材料可由包含Zr、Nb、Hf、Ta、Mo、Ti中任一者與Si之材料、或由包含該等材料之氧化物、氮化物、氮氧化物、碳化物、或氮氧化碳化合物之材料形成，再者亦可為Si之上述化合物。又，相移膜14之材料較佳者係可進行濕式蝕刻之材料。又，在圖3之光罩中，為了進行濕式蝕刻，而較佳的是在相移膜14之透光部側之剖面與遮光膜15之界面附近不產生深之側蝕。具體而言，較佳的是，以即便產生側蝕，其寬度仍不超過相移膜14之膜厚之方式選擇相移膜14之材料與膜質。

此處，相移部13與透光部11之相對於曝光之光之代表波長之光之相

位差 ϕ_1 為大致180度。所謂大致180度係意味著120~240度。上述相位差 ϕ_1 較佳的是150~210度。且，相移膜14所具有之相移量之波長依存性較佳的是相對於i-line、h-line、及g-line變動寬度在40度以內。

遮光邊緣部12係在透明基板10(在圖3中為相移膜14)上形成實質上不透過曝光之光之代表波長之光的遮光膜15且光學濃度OD為 ≥ 2 (較佳的是 $OD \geq 3$)之膜者。又，相移部13較佳的是相對於曝光之光之代表波長之光具有2~10%之透過率T1(%)。上述透過率T1更佳的是3~8%，尤佳的是 $3 < T1 < 6$ 。當上述透過率T1過高時，在形成於被轉印體上之抗蝕劑圖案中容易產生損害剩餘膜厚之不利層面，且若上述透過率T1過低，則難以獲得以下所說明之反轉相位之透過光強度曲線之貢獻。此外，此處之透過率T1係設為以透明基板10之透過率為基準(100%)時之上述代表波長之光之透過率。又，可將包含i-line、h-line、及g-line中任一者之光、或包含i-line、h-line、及g-line全部之寬波長光用於曝光之光。作為代表波長採用用於曝光之光所包含之波長中之任一波長(例如i-line)。

在本實施形態之光罩中，透光部11之直徑W1(μm)較佳的是 $0.8 \leq W1 \leq 4.0$ 。在圖3所例示之轉印用圖案中，透光部11之俯視形狀係正方形，此時之直徑W1係正方形之一邊之尺寸。當透光部11之俯視形狀係長方形時，將長邊之尺寸設為直徑W1。透光部11之形狀較佳的是四角形，尤佳的是正方形。

若直徑W1過大，則由於充分地超過顯示裝置用曝光裝置之解析界限尺寸，故藉由先前之光罩即可獲得充分之解析度，而本發明之提高效果不會顯著地產生。另一方面，若直徑W1過小，則在光罩製造時不易穩定地獲得正確之CD。更佳的是 $0.8 \leq W1 \leq 3.5$ 。又，當期望進一步微細化時，

可設為 $1.0 < W1 < 3.0$ ，進而可設為 $1.2 < W1 < 2.5$ 。

當利用本實施形態之光罩所具備之轉印用圖案在被轉印體上形成直徑為 $W2(\mu\text{m})$ 之孔時，較佳的是 $0.8 \leq W2 \leq 3.0$ 。形成於被轉印體上之孔之直徑 $W2$ 係指對向之2個邊之間之距離的最大之部分之長度。

具體而言，光罩之透光部11之直徑 $W1$ 與被轉印體之孔之直徑 $W2$ 之關係較佳的是 $W1 \geq W2$ ，更佳的是 $W1 > W2$ 。且，若將 $\beta(\mu\text{m})$ 設為罩偏差值($W1-W2$)， $\beta > 0(\mu\text{m})$ ，則罩偏差值 $\beta(\mu\text{m})$ 較佳的是 $0.2 \leq \beta \leq 1.0$ ，更佳的是 $0.2 \leq \beta \leq 0.8$ 。

圖4(a)係顯示在本發明之實施形態之光罩中將遮光邊緣部之寬度設定為相對狹窄時之轉印用圖案之一部分(圖3之以虛線包圍之部分)的平面圖，圖4(b)係顯示此時透過光罩之左側之相移部之透過光在被轉印體上形成之光強度分佈的圖。又，圖5(a)係顯示在本發明之實施形態之光罩中將遮光邊緣部之寬度設定為相對寬廣時之轉印用圖案之一部分(圖3之以虛線包圍之部分)的平面圖，圖5(b)係顯示此時透過光罩之左側之相移部之透過光在被轉印體上形成之光強度分佈的圖。

如圖4(b)及圖5(b)所示，若以曲線描繪透過位於透光部11之一側(圖中之左側)之相移部13之曝光之光在被轉印體上形成之光強度分佈，則自相移部13與遮光邊緣部12之邊界位置朝向遮光邊緣部12側(圖中之右側)出現第1谷、第1峰、及第2谷。第1峰與在上述圖1所示之光之振幅曲線中其相位轉變為(+)側之部分之峰對應。

此處，當將自上述邊界位置至第1谷之極小值點B1(圖4)之距離設為 $d1(\mu\text{m})$ ，將至第2谷之極小值點B2(圖5)之距離設為 $d2(\mu\text{m})$ 時，遮光邊緣部12之寬度 $R(\mu\text{m})$ 較佳的是以滿足下述之(1)式之方式設定。

$$(d1-0.5 \times W1) \leq R \leq (d2-0.5 \times W1) \quad \cdot \cdot \cdot (1)$$

此外，圖4針對上述(1)式之遮光邊緣部12之寬度R之下限進行顯示，圖5針對寬度R之上限進行顯示。

若以滿足上述(1)式之方式設定遮光邊緣部12之寬度R，則能夠使相移部13之透過光中之(+)相位之透過光位於透光部11之中央。亦即，使透過相移部13之透過光中的(+)相位之部分之至少一部分與透過透光部11之(+)相位之透過光一起到達被轉印體上，而可獲得提高其光強度之峰值之作用。

其次，針對用於使透過相移部13之透過光中之(+)相位之更多部分到達被轉印體上之圖案構成，利用圖6及圖7研究。

圖6(a)係顯示在本發明之實施形態之光罩中將遮光邊緣部之寬度設定為相對狹窄時之轉印用圖案之一部分(圖3之以虛線包圍之部分)的平面圖，圖6(b)係顯示此時透過光罩之左側之相移部之透過光在被轉印體上形成之光強度分佈的圖。又，圖7(a)係顯示在本發明之實施形態之光罩中將遮光邊緣部之寬度設定為相對寬廣時之轉印用圖案之一部分(圖3之以虛線包圍之部分)的平面圖，圖7(b)係顯示此時透過光罩之左側之相移部之透過光在被轉印體上形成之光強度分佈的圖。

如圖6(b)及圖7(b)所示，若以曲線描繪透過位於透光部11之一側(圖中之左側)之相移部13之曝光之光在被轉印體上形成之光強度分佈，則與上述相同地，自相移部13與遮光邊緣部12之邊界位置朝向遮光邊緣部12側(圖中之右側)出現第1谷、第1峰、及第2谷。

此時，當將表示第1峰之極大值點P之光強度之1/2之2個點中的位於第1峰之靠近遮光邊緣部12之側(圖中之左側)之傾斜部之點設為Q1，將位

於遠離遮光邊緣部12之側(圖中之右側)之傾斜部之點設為Q2，將自上述邊界位置至Q1之距離設為d3(圖6)，將自上述邊界位置至Q2之距離設為d4(圖7)時，遮光邊緣部12之寬度R(μm)較佳的是以滿足下述之(2)式之方式設定。

$$(d3-0.5 \times W1) \leq R \leq (d4-0.5 \times W1) \quad \cdot \cdot \cdot (2)$$

此外，圖6針對上述(2)式之遮光邊緣部12之寬度R之下限進行顯示，圖7針對上限進行顯示。

若以滿足上述(2)式之方式設定遮光邊緣部12之寬度R，則能夠使相移部13之透過光中的(+)相位且其光強度為大之部分(上方之約一半)位於透光部11之中央。亦即，能夠使透過相移部13之透過光中的(+)相位之靠近峰之峰值(極大值點P)之部分確實地位於透光部11之尺寸內中央附近，並到達被轉印體上，而獲得更有效地提高其光強度之峰值之作用。

根據本實施形態之光罩，能夠使透過相移部13之光之振幅曲線中的轉變為(+)相位之峰之部分之位置移位，使(+)相位之峰之更多部分位於透光部11之尺寸內。藉此，可更有效地利用曝光之光。其結果為，在顯示裝置之製造所應用之曝光條件下能夠兼顧優異之解析度與生產效率。具體而言，例如，在數值孔徑(NA)為 $0.08 \leq NA \leq 0.20$ ，相關因數(σ)為 $0.4 \leq \sigma \leq 0.9$ 之曝光條件下，能夠實現MEEF及Eop優異之光罩。

數值孔徑(NA)更佳的是 $0.08 < NA < 0.20$ ，尤佳的是 $0.10 < NA < 0.15$ 。另一方面，相關因數(σ)更佳的是 $0.4 < \sigma < 0.7$ ，尤佳的是 $0.4 < \sigma < 0.6$ 。

本實施形態之光罩所具有之轉印用圖案係用於在被轉印體上形成孔者，包含：露出透明基板之直徑為W1(μm)之透光部、包圍透光部之寬度

為 $R(\mu\text{m})$ 之遮光邊緣部、及包圍遮光邊緣部之相移部。換而言之，在不包含用於形成該孔之其他之構成(用於輔助轉印性之輔助圖案等)下可獲得MEEF與 E_{op} 之改善效果。

本實施形態之光罩被適宜地用作用於在被轉印體上形成孤立孔之光罩，或還能夠設為用於在被轉印體上形成密集孔之光罩。所謂密集孔係指複數個孔圖案規則地排列且彼此產生光學作用。

本發明包含使用本實施形態之光罩利用曝光裝置曝光而將上述轉印用圖案轉印至被轉印體上的顯示裝置之製造方法。

在本發明之顯示裝置之製造方法中，首先準備本實施形態之光罩。其次，使用曝光裝置將前述轉印用圖案曝光，而在被轉印體上形成直徑 W_2 為 $0.8 \sim 3.0 (\mu\text{m})$ 之孔。針對曝光使用數值孔徑(NA)為 $0.08 \sim 0.20$ 且具有包含i-line、h-line、或g-line之曝光之光源的曝光裝置。且，針對曝光較佳的是使用進行等倍投影曝光之曝光裝置，且係光學系統之數值孔徑(NA)為 $0.08 \sim 0.20$ (相關因數(σ)為 $0.4 \sim 0.9$)且具有於曝光之光中包含i-line、h-line及g-line中至少一者之曝光之光源的曝光裝置。當將單一波長用於曝光之光時較佳的是使用i-line。又，可將包含i-line、h-line、及g-line全部之寬波長光用於曝光之光。雖然所使用之曝光裝置之光源可使用除垂直入射成分以外之斜射照明(環形照明等)，但在不應用斜射照明下使用包含垂直入射成分之通常照明亦可充分地獲得本發明之優異之效果。

本發明之實施形態之光罩例如能夠在準備將相移膜14與遮光膜15依次積層於透明基板10上之構成之空白光罩後，使兩膜分別圖案化而製造。只要將濺鍍法等之周知之成膜法應用於相移膜14及遮光膜15之成膜即可。又，當製造光罩時，在光微影術步驟中能夠使用周知之光阻劑，且使

用雷射描繪裝置等。

當製造圖3之光罩時，理想為精密地控制遮光邊緣部12之寬度R。此係緣於藉此影響在曝光時形成於被轉印體上之空間影像之輪廓之故。

較佳的是，當製造圖3之光罩時，相對於形成有抗蝕劑膜之上述空白光罩進行描繪，首先，蝕刻遮光膜15而形成遮光邊緣部12(劃定遮光邊緣部)，其次，再次形成抗蝕劑膜，且進行描繪並蝕刻相移膜14，而形成透光部11。

其次，針對使用本發明之實施形態之光罩實施之光學模擬進行說明。

在光學模擬中使用具有與上述圖3所示者相同之轉印用圖案(孔圖案)之光罩。此時，當將透光部11之直徑W1設為2 μm ，將直徑W2為1.5 μm 之孔轉印至被轉印體上(罩偏差值 $\beta=0.5 \mu\text{m}$)時，根據遮光邊緣部12之寬度R之尺寸驗證MEEF及Eop之光學性能如何變化。此外，相移部13之曝光之光之透過率在針對i-line設為5.2%。

模擬所使用之光學條件係如以下般。

曝光裝置之光學系統係數值孔徑NA為0.1，且相關因數 σ 為0.5。又，將包含i-line、h-line、及g-line全部之光源(寬波長光源)用於曝光之光源，強度比設為g:h:i=1:1:1。

圖8係顯示針對遮光邊緣部之寬度之變化之MEEF之值之模擬結果的圖，圖9係顯示針對遮光邊緣部之寬度之變化之Eop之值之模擬結果的圖。在圖8及圖9中，橫軸之邊緣尺寸(Rim Size)(μm)表示遮光邊緣部12之寬度R。且，遮光邊緣部12之寬度R為0之情形相當於使用與上述圖11相同之先前型之半色調型相移光罩之情形。

根據圖8可知，因遮光邊緣部12之寬度R變化而MEEF之值變動，尤其是，當寬度R為0.5~1.5 μm 時，MEEF之值未達6，且當寬度R為0.5~1.0 μm 時，MEEF之值被抑制為更低。此時之MEEF之值低於5.25，與具有相同直徑W1之透光部(孔圖案)之先前型之半色調相移光罩比較成為一半以下低的值。

又，根據圖9可知，本實施形態之光罩之Eop較先前型之半色調型相移光罩更大幅度降低，尤其是，遮光邊緣部12之寬度R在0.5~2.0 μm 之範圍內，曝光所需之劑量削減25%以上。尤其是，當遮光邊緣部12之寬度為0.75~1.5 μm 時，曝光所需之劑量削減35%以上。

圖10係將當利用曝光裝置將用於上述模擬之本實施形態之光罩(邊緣寬度R=1.0 μm)曝光時形成於被轉印體上之空間影像(亦即透過光之光強度分佈)與利用具有相同直徑之孔圖案之二元遮罩(Binary，二元)形成之空間影像、及利用先前型之半色調型相移光罩(Att. PSM)形成之空間影像予以比較的圖。

根據上述圖10可知，本實施形態之光罩所形成之空間影像係與其他光罩所形成之空間影像相比峰值更高，傾斜更陡峭(接近垂直)，且有利於形成微細之孔的優異之輪廓。

【符號說明】

- | | |
|----|-------|
| 10 | 透明基板 |
| 11 | 透光部 |
| 12 | 遮光邊緣部 |
| 13 | 相移部 |
| 14 | 相移膜 |

15	遮光膜
100	透明基板
101	相移膜
103	透光部
104	相移部
105	遮光邊緣部
106	遮光膜
B1	極小值點
B2	極小值點
d1	距離
d2	距離
d3	距離
d4	距離
P	極大值點
Q1	點
Q2	點
R	寬度/邊緣寬度
W1	直徑

【發明申請專利範圍】**【第1項】**

一種光罩，其特徵在於其係在透明基板上具備轉印用圖案之顯示裝置製造用之光罩；且

前述轉印用圖案係用於在被轉印體上形成孔之孔圖案，且前述轉印用圖案包含：

露出前述透明基板之直徑為 $W1(\mu\text{m})$ 之透光部；

包圍前述透光部之寬度為 $R(\mu\text{m})$ 之遮光邊緣部；及

包圍前述遮光邊緣部之相移(phase shift)部；且

前述相移部與前述透光部之相對於曝光之光之代表波長之光之相位差為大致180度；

在透過位於前述透光部之一側之前述相移部之曝光之光在被轉印體上形成之光強度分佈中，當將距自前述相移部與前述遮光邊緣部之邊界位置朝向前述遮光邊緣部側之第1谷之極小值點B1之距離設為 $d1(\mu\text{m})$ ，且將距自前述邊界位置朝向前述遮光邊緣部側之第2谷之極小值點B2之距離設為 $d2(\mu\text{m})$ 時，

$$(d1-0.5 \times W1) \leq R \leq (d2-0.5 \times W1)。$$

【第2項】

一種光罩，其特徵在於其係在透明基板上具備轉印用圖案之顯示裝置製造用之光罩；且

前述轉印用圖案係用於在被轉印體上形成孔之孔圖案，且前述轉印用圖案包含：

露出前述透明基板之直徑為 $W1(\mu\text{m})$ 之透光部；

包圍前述透光部之寬度為 $R(\mu\text{m})$ 之遮光邊緣部；及

包圍前述遮光邊緣部之相移部；且

前述相移部與前述透光部之相對於曝光之光之代表波長之光之相位差為大致180度；

在透過位於前述透光部之一側之前述相移部之曝光之光在被轉印體上形成之光強度分佈中，當於表示自前述相移部與前述遮光邊緣部之邊界位置朝向前述遮光邊緣部側之第1峰之極大值點P之光強度之1/2之2個點中，將位於前述第1峰之靠近前述遮光邊緣部之側之傾斜部之點設為Q1、將位於遠離前述遮光邊緣部之側之傾斜部之點設為Q2，且將自前述邊界位置至Q1之距離設為 $d3$ ，將自前述邊界位置至Q2之距離設為 $d4$ 時，

$$(d3-0.5 \times W1) \leq R \leq (d4-0.5 \times W1)。$$

【第3項】

如請求項1或2之光罩，其中前述轉印用圖案係用於在前述被轉印體上形成直徑為 $W2$ (其中 $W2 \leq W1$)之孔之孔圖案。

【第4項】

如請求項1或2之光罩，其中前述相移部相對於前述代表波長之光具有2~10%之透過率。

【第5項】

如請求項1或2之光罩，其用於使用數值孔徑 (NA)為0.08~0.20且具有包含i-line、h-line、或g-line之曝光之光源的等倍投影曝光裝置將前述轉印用圖案曝光，而在被轉印體上形成直徑 $W2$ 為0.8~3.0 (μm)之孔。

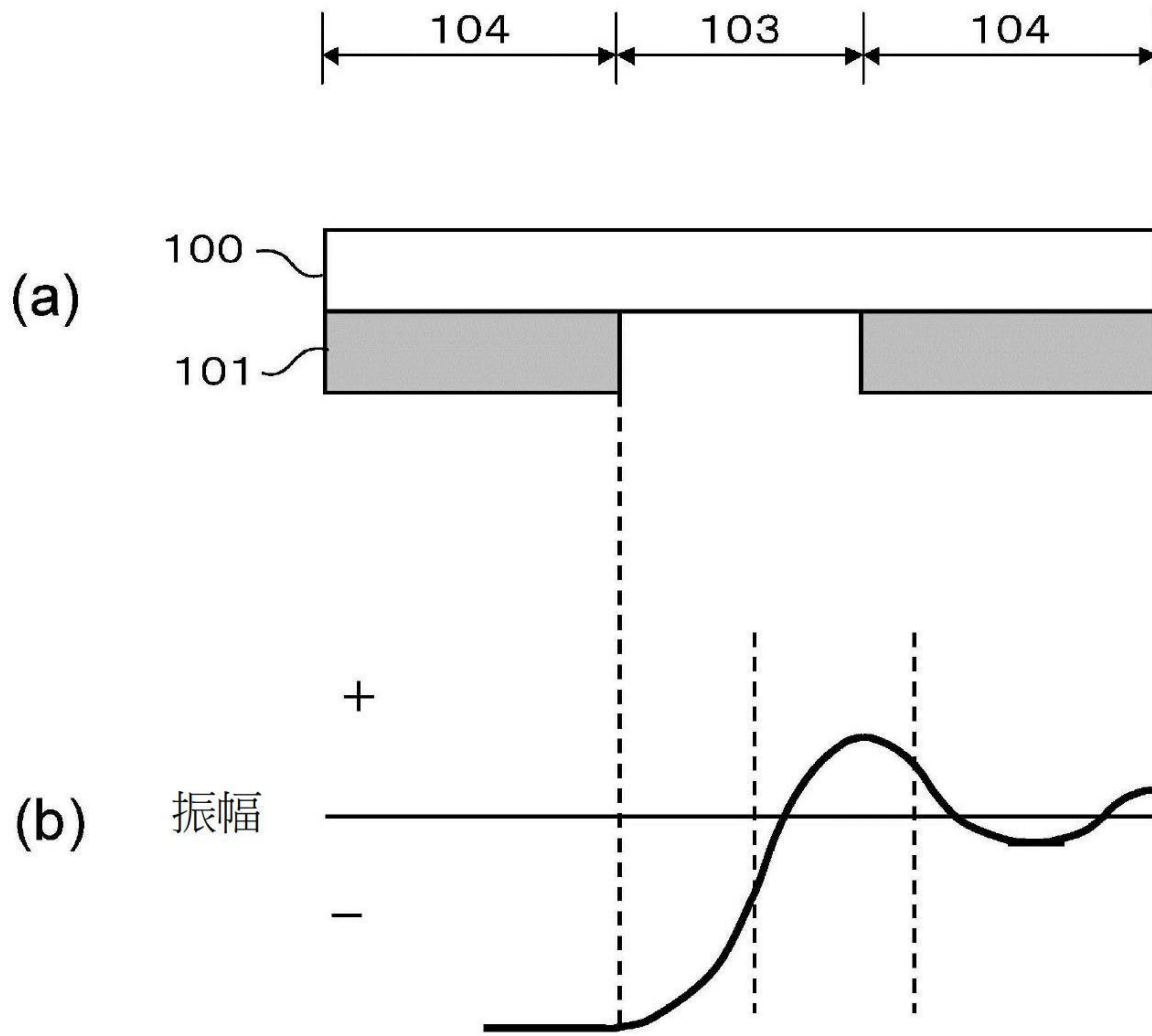
【第6項】

一種顯示裝置之製造方法，其包含以下步驟：

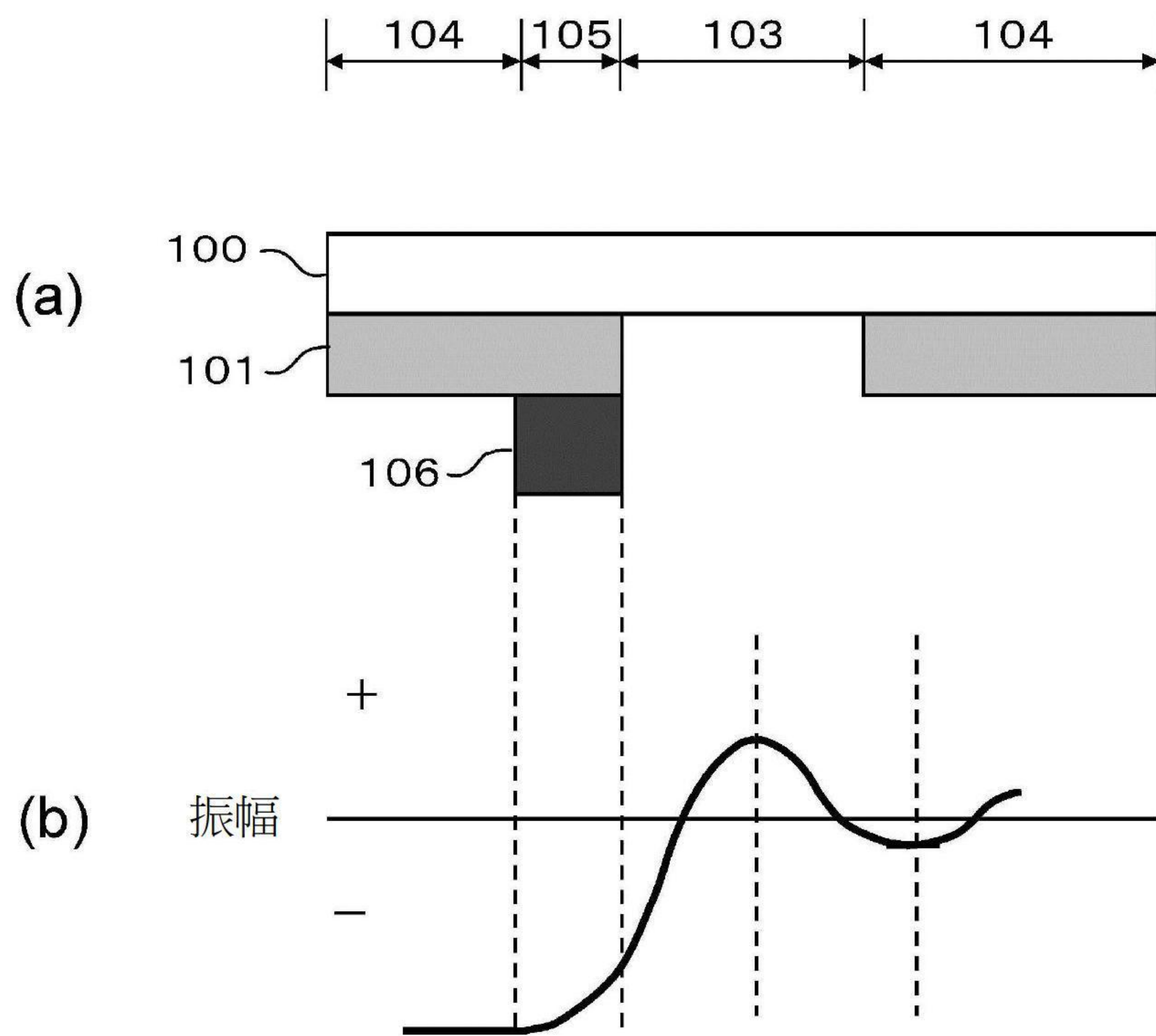
準備如請求項1至5中任一項之光罩之步驟；及

使用數值孔徑(NA)為0.08~0.20且具有包含i-line、h-line、或g-line之曝光之光源的等倍投影曝光裝置將前述轉印用圖案曝光，而在被轉印體上形成直徑W2為0.8~3.0 (μm)之孔之步驟。

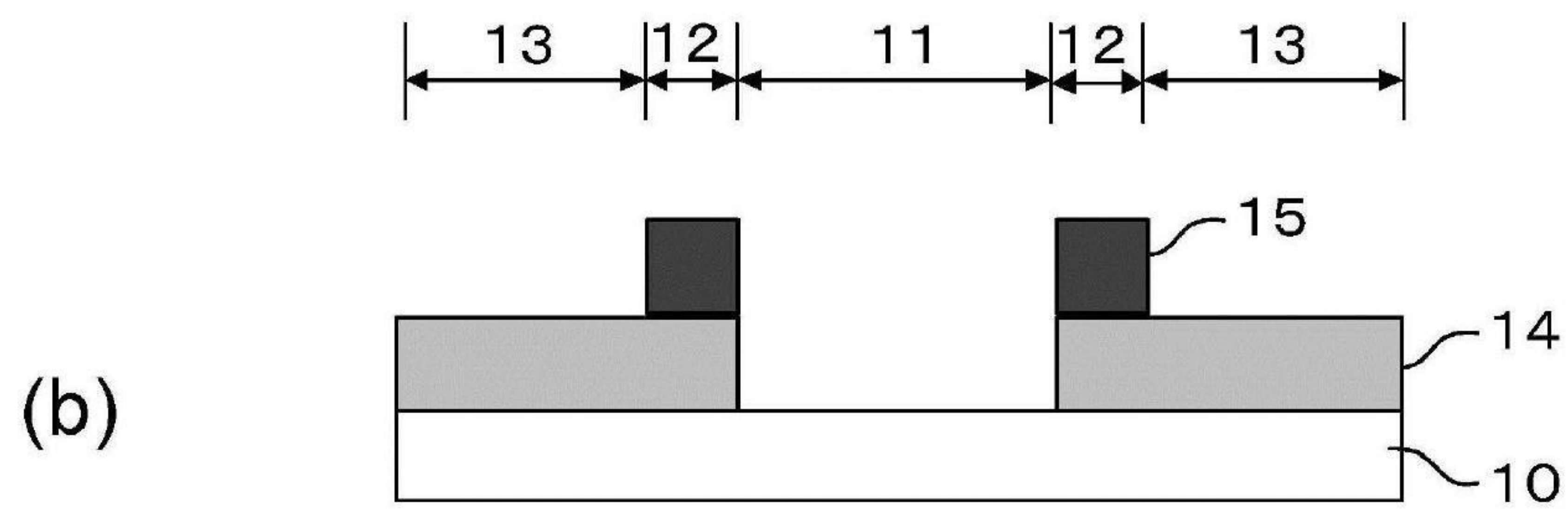
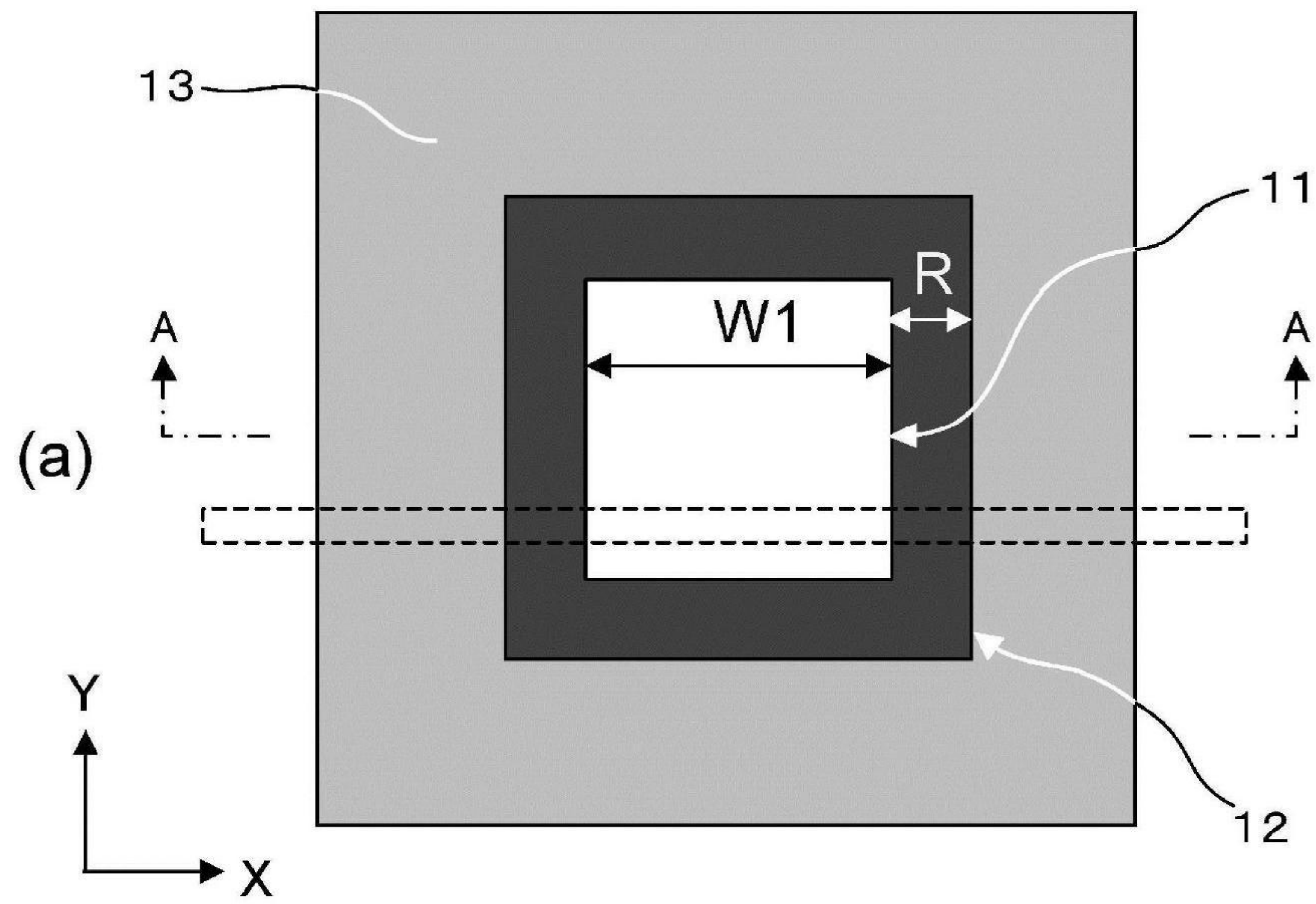
【發明圖式】



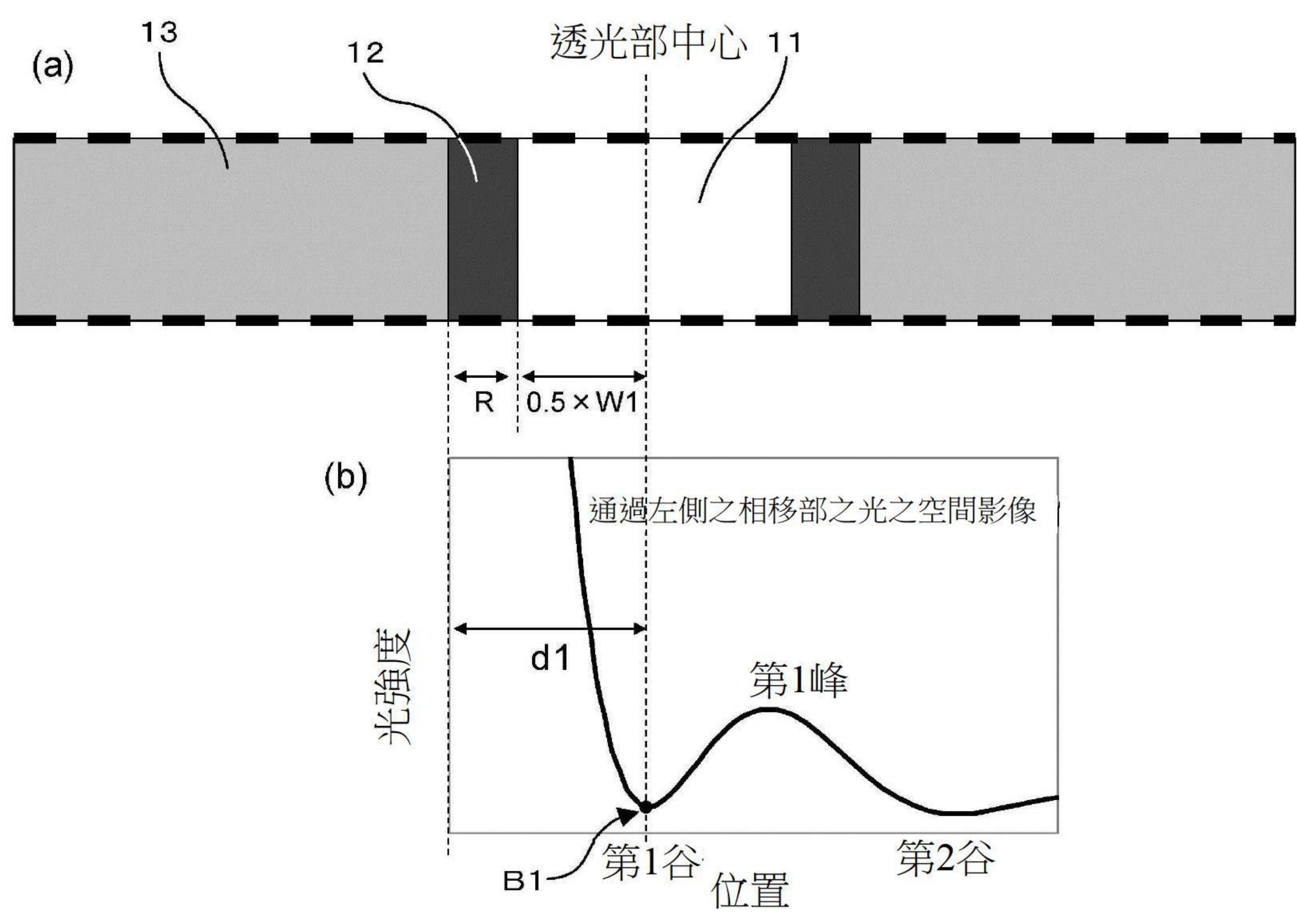
【圖1】



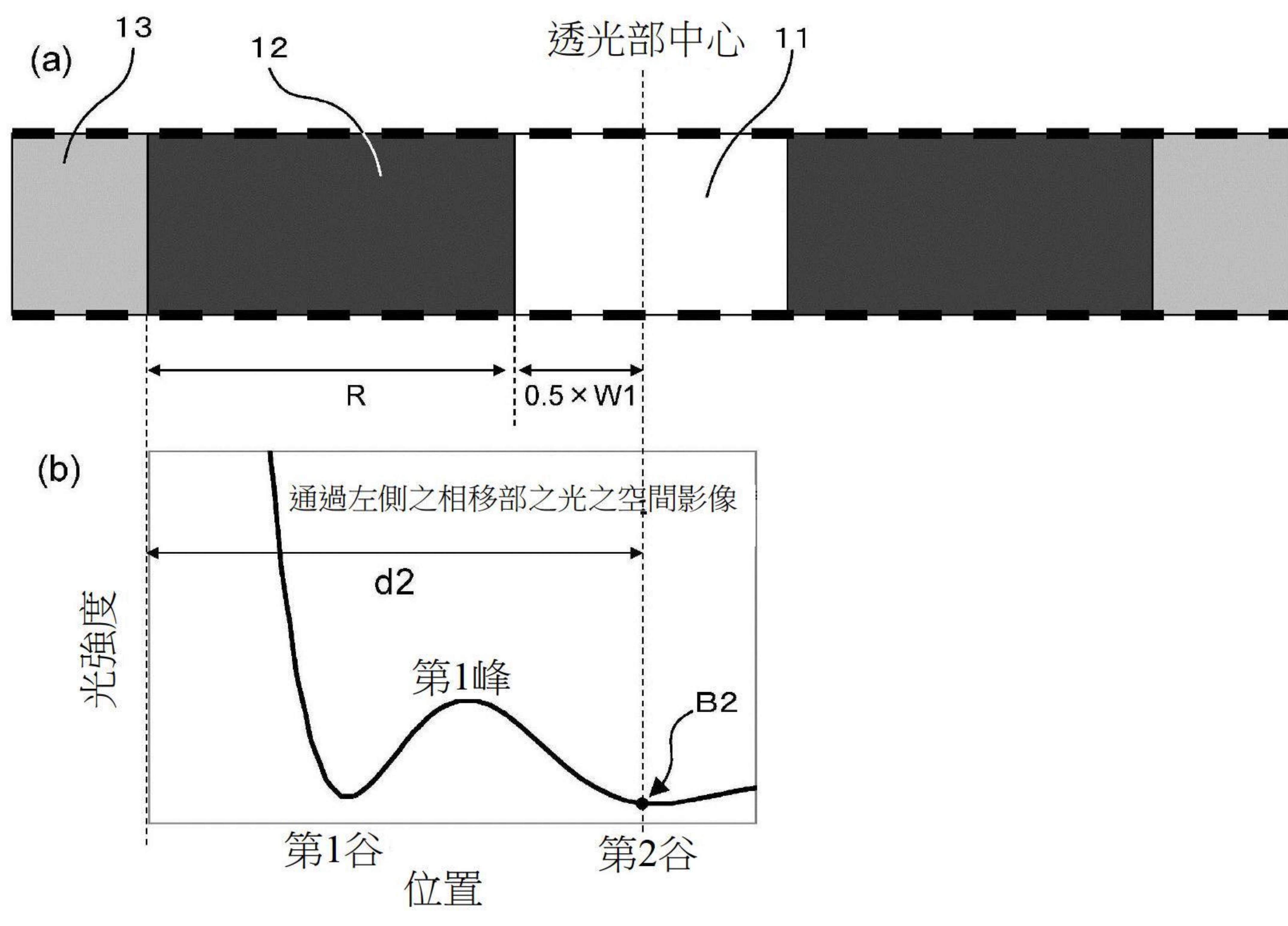
【圖2】



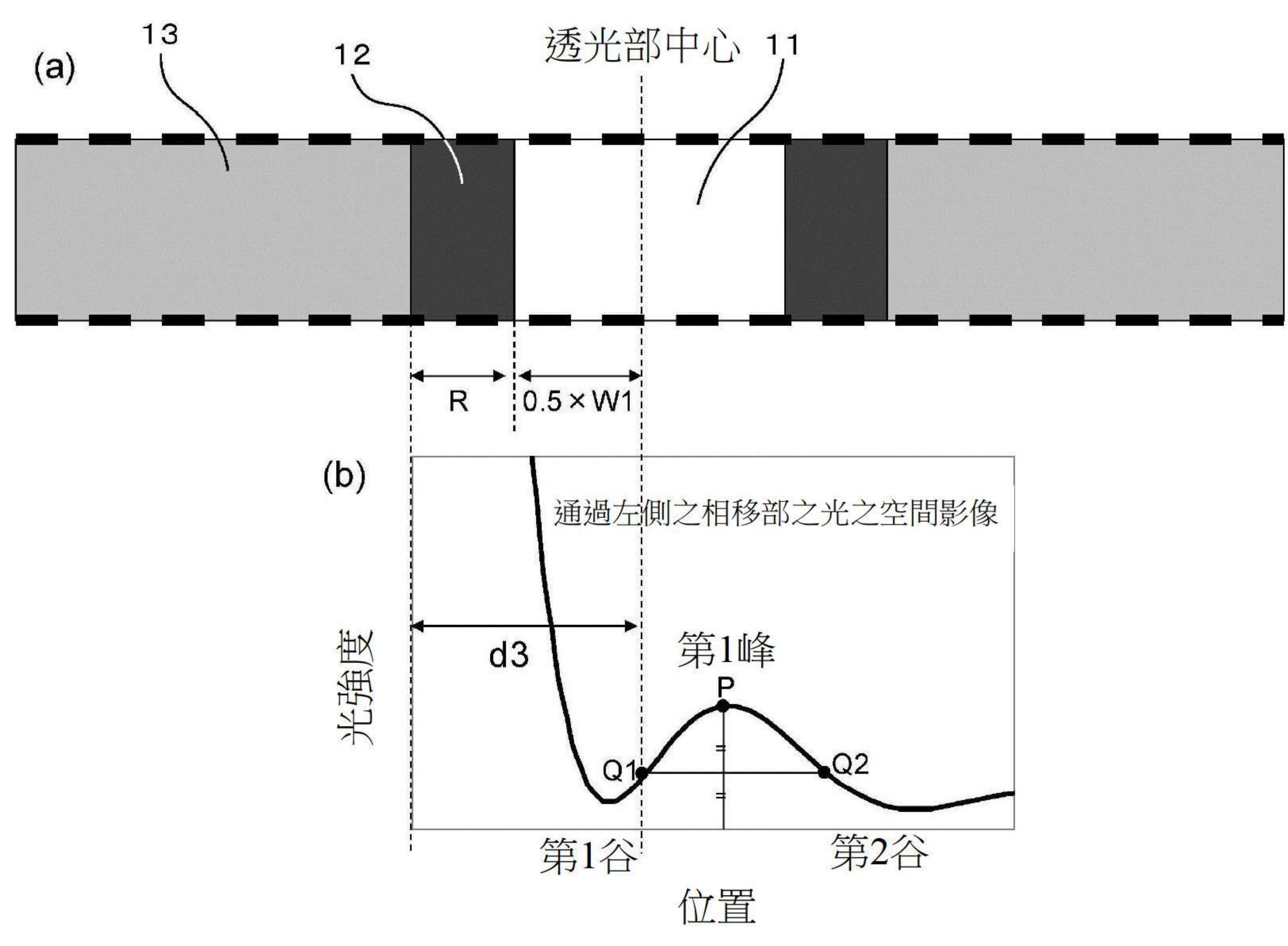
【圖3】



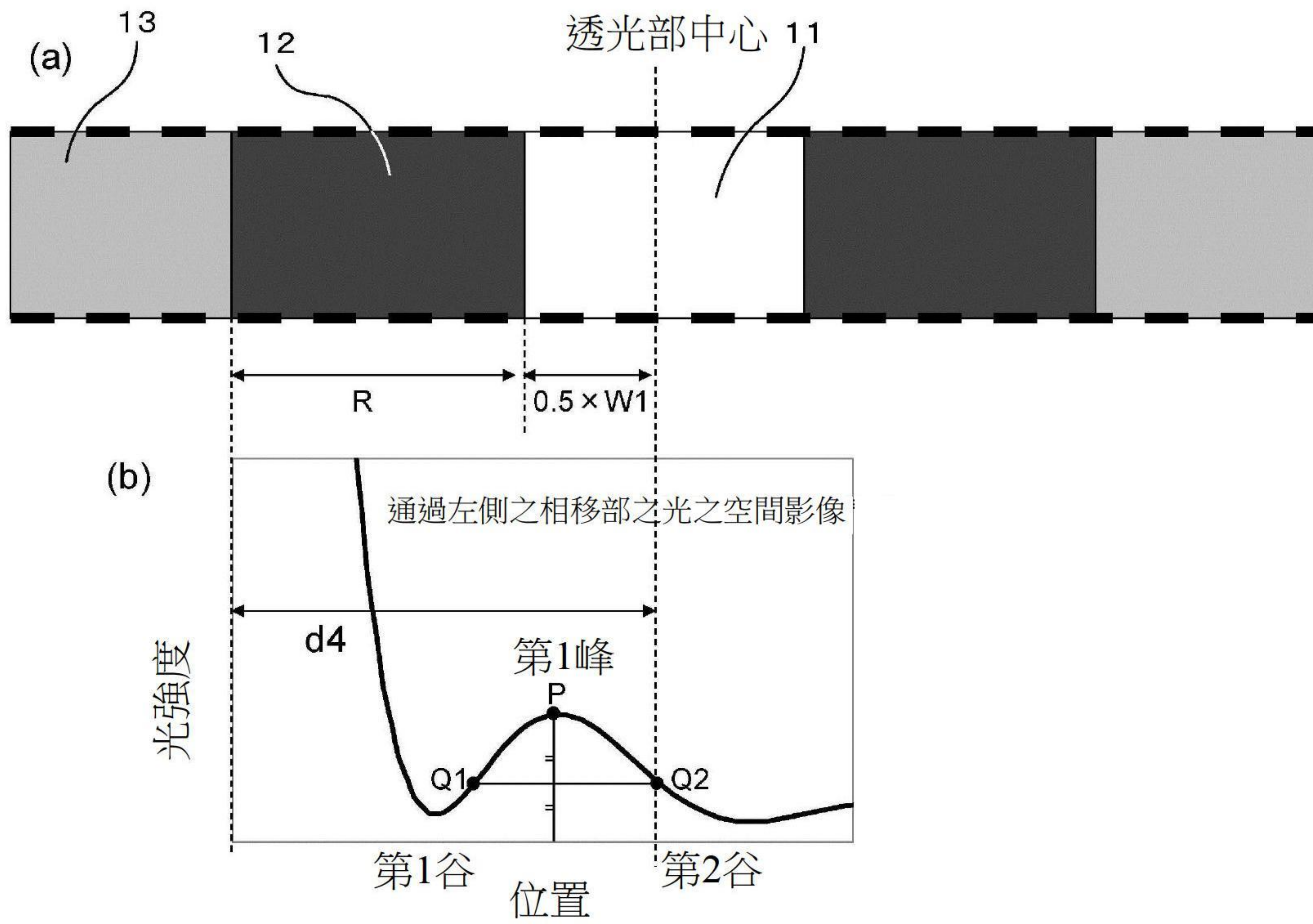
【圖4】



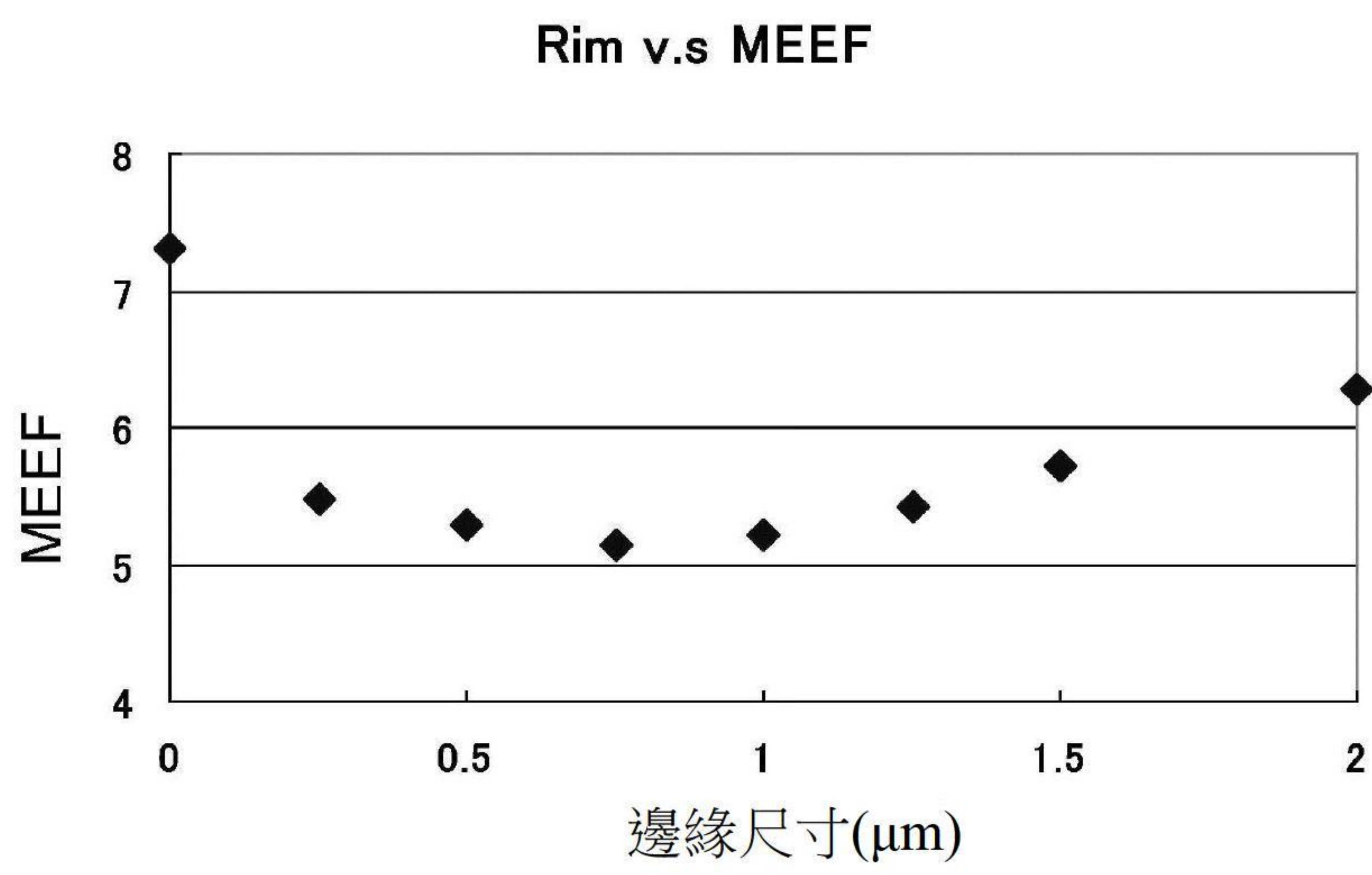
【圖5】



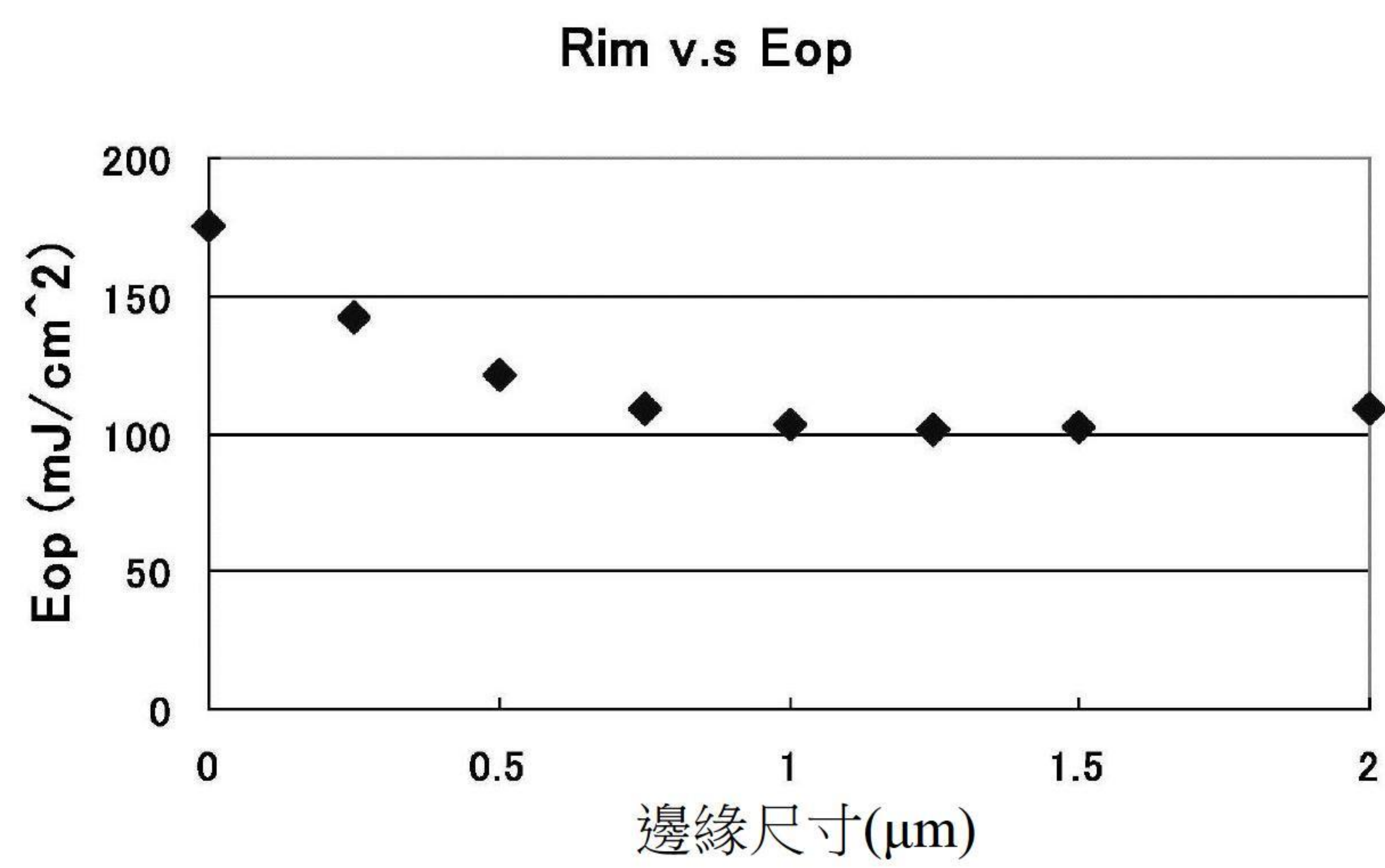
【圖6】



【圖7】

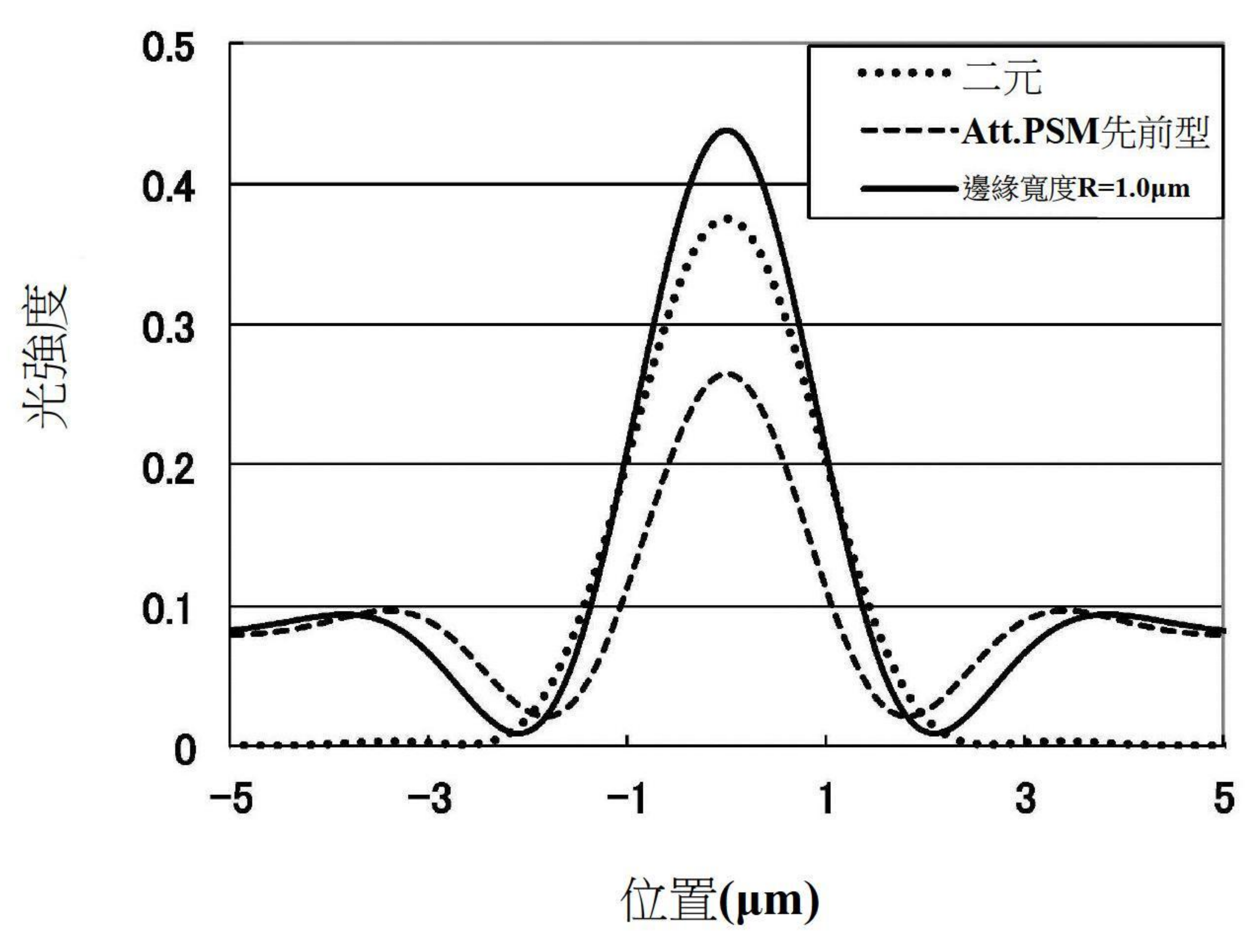


【圖8】

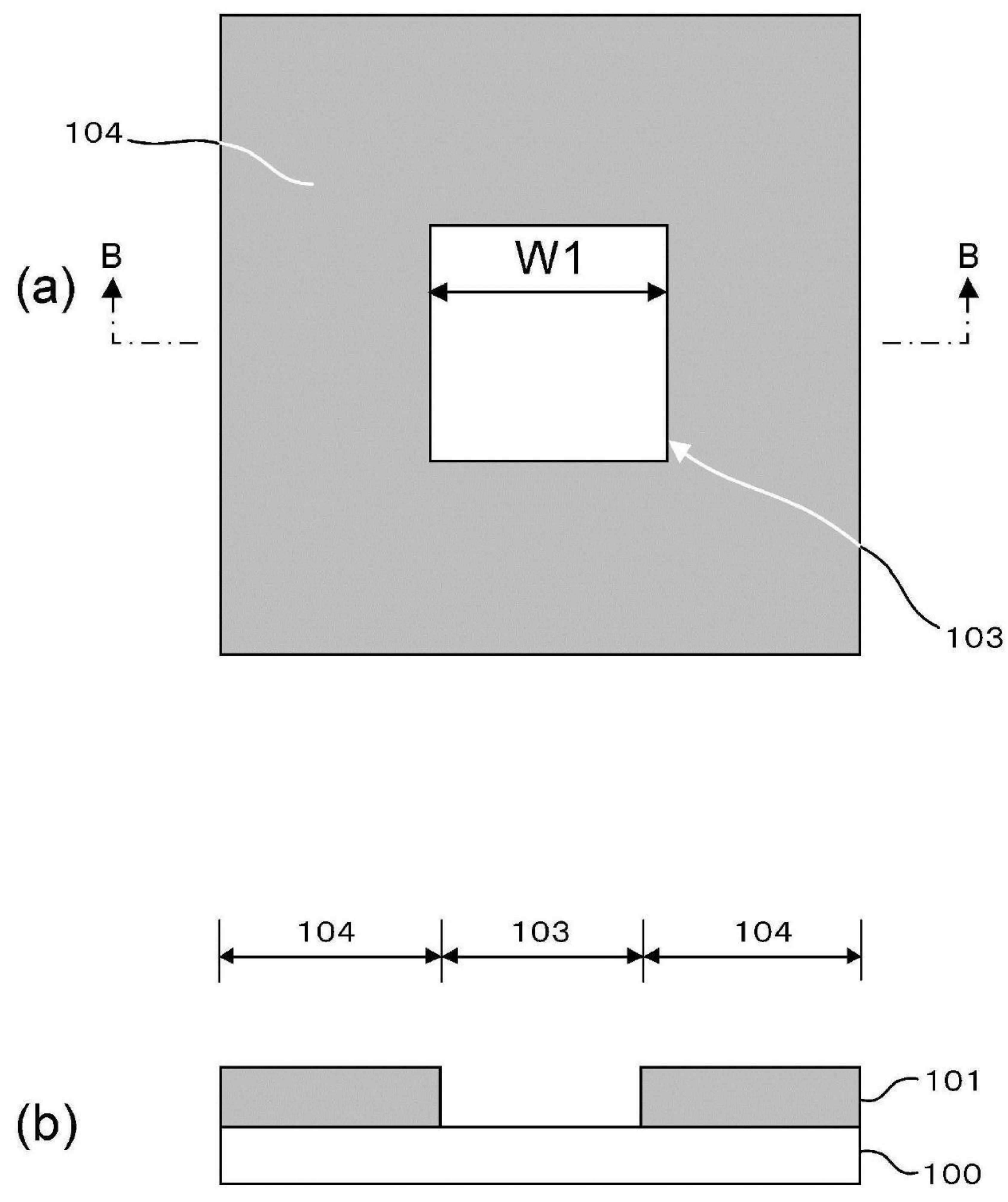


【圖9】

空間影像



【圖10】



【圖11】